

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(11) DE 3602653 A1

(21) Aktenzeichen: P 36 02 653.0  
(22) Anmeldetag: 29. 1. 86  
(43) Offenlegungstag: 30. 7. 87

(51) Int. Cl. 4:  
G 02 F 1/19  
G 02 F 1/21  
G 02 B 6/26  
G 02 B 6/12

DE 3602653 A1

(71) Anmelder:

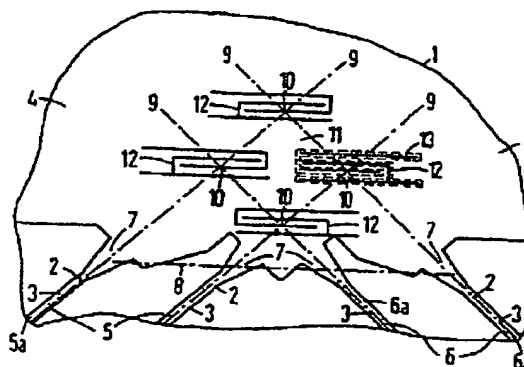
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

(72) Erfinder:

Bülöw, Henning, 1000 Berlin, DE

(54) Planares optisches Koppelfeld

Streifenförmige Lichtwellenleiter sind einander an eine koplanare optisch leitende Schicht angeschlossen und so angeordnet, daß sich die Achsen der Lichtwellenleiter im Bereich der Schicht überkreuzen. Mit Hilfe von auf der Schicht in den Kreuzungsbereichen vorgesehenen interdigitalen Elektrodenanordnungen werden in der Schicht Reflexions- oder Transmissionsgitter erzeugt, die aus einem Lichtwellenleiter in die Schicht eingestrahlte optische Signale in Richtung auf den Mündungsbereich eines anderen Lichtwellenleiters ablenken. Im spannungslosen Elektrodenzustand laufen sich dagegen die von einem Streifenleiter her in die Schicht eingestrahlten optischen Signale in der Schicht tot. Auf diese Weise werden vorteilhaft eindeutige Koppelverhältnisse zwischen zwei Streifenleitern hergestellt.



DE 3602653 A1

36 02 653

1

## Patentansprüche

1. Planares optisches Koppelfeld mit streifenförmigen Lichtwellenleitern, bei dem wenigstens zwei in einer Ebene verlaufende Lichtwellenleiter in einem bestimmten Winkel zueinander angeordnet sind und im Bereich des Schnittpunktes der Achsen der beiden Lichtwellenleiter eine von einer Elektrodenkonfiguration überdeckte Zone vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die streifenförmigen Lichtwellenleiter (3) jeweils mit einem Ende mit einer optisch leitenden, elektrooptisch aktivierbaren und zu den Lichtwellenleitern (3) koplanaren Schicht (4) derart verbunden sind, daß sämtliche Mündungen der Lichtwellenleiter (3) in die Schicht (4) jeweils außerhalb der Zielrichtung der Achse (9) einer der streifenförmigen Lichtwellenleiter (3) liegen.

2. Koppelfeld nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Gruppen von jeweils zueinander parallel angeordneten streifenförmigen Lichtwellenleitern (5, 6) vorgesehen sind.

3. Koppelfeld nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die Verwendung eines interdigitalen Elektroden Systems mit ungleichen Abständen der Elektrodenfinger voneinander und/oder mit gebogenen Elektrodenfingern als Elektrodenkonfiguration.

4. Koppelfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den Mündungsbereichen der streifenförmigen Lichtwellenleiter (3) fleckaufweitende Elemente (7) vorgesehen sind.

5. Koppelfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Schicht (4) von einem streifenförmigen Lichtwellenleiter (3) zu einem Achsenschnittpunkt (10) und von diesem zu einem anderen Lichtwellenleiter (3) verlaufenden Lichtwege jeweils gleichlang bemessen sind.

6. Koppelfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodenfinger der einzelnen Elektrodenkonfigurationen von der Schicht (4) jeweils durch eine oder mehrere dielektrische Zwischenschichten (13) derart getrennt vorgesehen sind, daß dadurch neben einer Verminderung des dämpfenden Einflusses der Elektroden auf die Schicht (4) eine effektive Verstärkung der in die Schicht (4) induzierten Gitter bei unveränderter Elektrodenspannung erhalten wird.

7. Koppelfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung einer  $\text{LiNbO}_3$ -Schicht zum Aufbau des Koppelfeldes mit nahezu senkrecht zur Lichttransportebene vorgesehener C-Kristallachse und durch die Verwendung elektrooptisch in die optisch aktive Schicht induzierten Reflexionsgittern.

8. Koppelfeld nach einem der Ansprüche 1–6, gekennzeichnet durch die Verwendung einer  $\text{LiNbO}_3$ -Schicht zum Aufbau des Koppelfeldes mit nahezu parallel zur Transportebene der Lichtsignale angeordneter C-Kristallachse und durch die Verwendung elektrooptisch in die optisch aktive Schicht induzierten Transmissionsgittern.

2

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein planares optisches Koppelfeld mit streifenförmigen Lichtwellenleitern, bei dem wenigstens zwei in einer Ebene verlaufende Lichtwellenleiter in einem bestimmten Winkel zueinander angeordnet sind und im Bereich des Schnittpunktes der Achsen der beiden Lichtwellenleiter eine von einer Elektrodenkonfiguration überdeckte Zone vorgesehen ist.

Ein solches Koppelfeld ist z. B. aus der DE-OS 33 22 508 als optisch einmodige Streifenwellenleiterkreuzung oder aus dem Aufsatz "Optical Channel Waveguide Switch and Coupler using Total Internal Reflection" abgedruckt in IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol. QE-14, No. 7, July 1978, S. 513–516, insbesondere Fig. 1 bekannt. Wenn dort die Elektrodenkonfiguration spannungslos ist, dann gelangt dennoch ein Teil der über einen Streifenwellenleiter der Kreuzung zugeführten Lichtleistung in den stumpfwinklig abzweigenden Streifenwellenleiter der Anordnung, d. h. bei fehlender Elektrodenspannung ist kein eindeutiger Schaltzustand ohne weiteres zu realisieren.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, ein Koppelfeld der eingangs genannten Art so auszubilden, daß bei fehlender Elektrodenspannung ein eindeutiger optischer Schaltzustand erzielbar ist, d. h. keine optische Energie in unerwünschter Weise in einen abgehenden Lichtwellenleiter eingespeist wird.

Erfindungsgemäß ergibt sich die Lösung dieser Aufgabe dadurch, daß die streifenförmigen Lichtwellenleiter jeweils mit einem Ende an eine optisch leitende, elektrooptisch aktivierbare und zu den Lichtwellenleitern koplanare Schicht derart angeschlossen sind, daß sämtliche Mündungen der Lichtwellenleiter in die Schicht jeweils außerhalb der Zielrichtung der Achsen der einzelnen Lichtwellenleiter liegen.

Im spannungslosen Zustand der Elektrodenkonfiguration wird daher die ankommende Lichtleistung lediglich in die lichtleitende Schicht eingestrahlt, ohne zur Mündung eines abgehenden streifenförmigen Lichtwellenleiters zu gelangen, so daß ein optischer Schalter ohne Verwendung mechanisch bewegbarer Teile erhalten wird, bei dem im Ein- und Auszustand jeweils eindeutige Verhältnisse vorliegen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß zwei Gruppen von jeweils zueinander parallel angeordneten streifenförmigen Lichtwellenleitern vorgesehen sind.

Auf diese Weise durchläuft die über einen Streifenwellenleiter ankommende und in die optisch leitende Schicht eingestrahelte Lichtleistung nacheinander z. B. zwei Zonen, in denen auf elektrooptischem Wege, nämlich mit Hilfe von Elektrodenkonfigurationen, Beugungsgitter induziert werden können, so daß die über einen ankommenden streifenförmigen Lichtwellenleiter in die Schicht eingestrahelte Lichtleistung wahlweise, je nachdem welche Elektrodenkonfiguration an Spannung gelegt ist, in einen ersten oder einen zweiten abgehenden Streifenlichtwellenleiter abgelenkt werden kann. Dadurch kann vorteilhaft z. B. eine Sendeeinrichtung wahlweise mit einem ersten Empfänger oder einem zweiten Empfänger verbunden werden.

Ferner kann im Rahmen der Erfindung die Verwendung eines interdigitalen Elektroden Systems mit ungleichen Abständen der Elektrodenfinger voneinander und/oder mit gebogenen Elektrodenfingern als Elektrodenkonfiguration vorgesehen sein und/oder daß in den

36 02 653

3

4

Mündungsbereichen der streifenförmigen Lichtwellenleiter fleckaufweitende Elemente vorgesehen sind.

Hierdurch können die optischen Verhältnisse des Koppelfeldes noch weiter verbessert werden.

Weiter kann im Rahmen der Erfindung vorgesehen sein, daß die in der Schicht von einem streifenförmigen Lichtwellenleiter zu einem Achsenschnittpunkt und von diesem zu einem anderen Lichtwellenleiter verlaufenden Lichtwege jeweils gleichlang bemessen sind.

Hierdurch läßt sich der Koppelwirkungsgrad zwischen ankommenden und abgehenden Streifenwellenleitern noch günstiger gestalten.

Eine weitere Ausbildung der Erfindung ist darin zu sehen, daß die Elektrodenfinger der einzelnen Elektrodenkonfigurationen von der Schicht jeweils durch eine oder mehrere dielektrische Zwischenschichten derart getrennt vorgesehen sind, daß dadurch neben einer Verminderung des dämpfenden Einflusses der Elektroden auf die Schicht eine effektive Verstärkung der in die Schicht induzierten Gitter bei unveränderter Elektrodenspannung erhalten wird.

Schließlich kann noch die Verwendung einer  $\text{LiNbO}_3$ -Schicht zum Aufbau des Koppelfeldes mit nahezu senkrecht zur Lichttransportebene vorgesehener C-Kristallachse und die Verwendung elektrooptisch in die optisch aktive Schicht induzierten Reflexionsgittern vorgesehen sein, oder die Verwendung einer  $\text{LiNbO}_3$ -Schicht zum Aufbau des Koppelfeldes mit nahezu parallel zur Transportebene der Lichtsignale angeordneter C-Kristallachse und die Verwendung elektrooptisch in die optisch aktive Schicht induzierten Transmissionsgittern.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend anhand einer Figur noch näher erläutert.

Die Figur zeigt in schematischer Darstellung und vergrößert eine Ansicht von oben auf den Ausschnitt eines planaren Substrates 1. Bei dem Substrat 1 handelt es sich z.B. um eine aus Lithiumniobat bestehende Schicht, in welcher durch Eindiffundierung von Titan Zonen 2 mit erhöhter Brechzahl ausgebildet sind, die streifenförmige Lichtwellenleiter 3 und eine sich über eine größere Fläche erstreckende lichtleitende Schicht 4 bilden.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel bilden zwei streifenförmige Lichtwellenleiter 5 eine Gruppe und zwei weitere streifenförmige Lichtwellenleiter 6 eine andere Gruppe.

Bei beiden Gruppen verlaufen die Lichtwellenleiter jeweils parallel zueinander, außerdem ist der Abstand der Lichtwellenleiter 5 der einen Gruppe voneinander gleich groß wie der Abstand der Lichtwellenleiter 6 der anderen Gruppe.

Die Lichtwellenleiter 5 einerseits und 6 andererseits verlaufen in einem bestimmten Winkel geneigt zueinander und münden mit einem Ende in die lichtleitende Schicht 4, wobei in Mündungsbereichen der Lichtwellenleiter 5, 6 trichterförmig sich aufweitende Übergangszonen 7 vorgesehen sind.

Die Übergangszonen 7 der Lichtwellenleiter 5, 6 liegen alle auf einer Geraden 8, außerdem sind die Lichtwellenleiter 5 der einen Gruppe von den Lichtwellenleitern 6 der anderen Gruppe so getrennt und für sich zusammengefaßt vorgesehen, daß die in die Schicht 4 hinein verlängerten Achsen 9 der Lichtwellenleiter 5, 6 sich im Bereich der Schicht 4 kreuzen und die Kreuzungspunkte 10 vorzugsweise die Ecken einer Raute 11 bilden.

Oberhalb eines jeden Kreuzungspunktes 10 ist eine z.B. durch Bedampfung des Substrates 1 mit Elektroden-

material hergestellte interdigitale Elektrodenanordnung 12 vorgesehen.

Durch Anlegen einer Spannung an eine solche Elektrodenanordnung 12 wird auf elektrooptischem Wege in die Schicht 4 ein Brechzahlgitter induziert, das die von einem Lichtwellenleiter 5 in die Schicht 4 in Richtung auf einen Kreuzungspunkt 10 eingestrahlte Lichtleistung auf die Übergangszone 7 eines Lichtwellenleiters 6 umlenkt.

So kann z.B. vom Lichtwellenleiter 5a in die Schicht 4 eingestrahlte Lichtleistung wahlweise entweder in den Lichtwellenleiter 6a oder in den Lichtwellenleiter 6b umgelenkt werden, je nachdem welche Elektrodenanordnung an Spannung gelegt wird. Unter Verwendung gleichausgebildeter Übergangszonen 7 ist eine 1:1-Abbildung der optischen Felder und damit ein hoher Koppelwirkungsgrad zwischen den Lichtwellenleitern 5, 6 erreichbar, wenn die Lichtwege zwischen einer Übergangszone 7 und einem Kreuzungspunkt 10 jeweils gleich lang bemessen werden.

Anstelle der in der Figur angedeuteten trichterförmig sich aufweitenden Übergangszone 7 können auch planare Linsen, Fresnellinsen, durch Elektrodenstrukturen elektrooptisch in den Mündungsbereich der streifenförmigen Lichtwellenleiter 3 induzierte oder durch dielektrische Schichtfolgen erzeugte chirped-Linsen, oder auch geodätische Linsen vorgesehen werden.

All diese Mittel dienen dazu, um die elektrooptisch induzierten Beugungsgitter in der Schicht 4 optimal zu beleuchten bzw. die von diesen Beugungsgittern abgelenkte Lichtleistung wieder optimal in einen abgehenden Lichtwellenleiter einzuspeisen.

Die in die Schicht 4 induzierten Gitter können sowohl Transmissions- als auch Reflexionsgitter sein, insbesondere homogene Gitter mit geraden, zueinander parallelen Gitterlinien, die untereinander gleiche Abstände aufweisen. Es können aber auch sogenannte chirped-Gitter vorgesehen werden, mit geraden, zueinander parallelen Gitterlinien, die jedoch voneinander unterschiedliche Abstände aufweisen, oder krummlinige Gitter mit gebogenen Gitterlinien variablen Abstandes.

Ein Koppelfeld auf Lithiumniobatbasis, das für eine Wellenlänge  $1,3 \mu$  dimensioniert ist, weist bei einem  $5 \mu$ -Abstand der Elektrodenfinger voneinander einen Beugungswinkel  $\theta$  von ca.  $33^\circ$  auf. Bei einer an einer Elektrodenanordnung liegenden Spannungsdifferenz von 20 V ist dann jedes Gitter und jede trichterförmig aufgeweitete Übergangszone etwa 5 mm lang zu machen.

Jede interdigitale Elektrodenanordnung kann entweder direkt auf das Substrat 1 aufgebracht oder durch eine oder mehrere dielektrische Zwischenschichten 13 vom Lithiumniobat getrennt vorgesehen werden, wodurch der dämpfende Einfluß der Elektrodenanordnung auf die Schicht 4 vermindert und/oder die effektive Stärke der in die Schicht 4 induzierten Gitter trotz unveränderter Elektrodenspannung infolge einer dadurch bewirkten Konzentration des optischen Feldes unterhalb der Elektroden vergrößert wird.

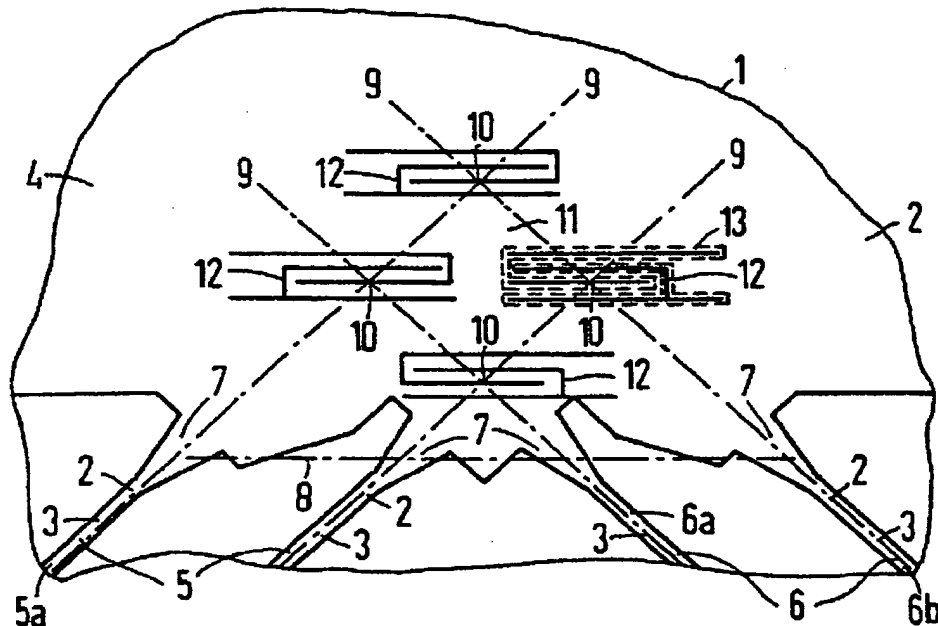
3602653

290

Nummer: 36 02 653  
Int. Cl. 4: G 02 F 1/19  
Anmeldetag: 29. Januar 1986  
Offenlegungstag: 30. Juli 1987

1/1

86 P 8 0 0 3 DE



708 831/399

ICID: &lt;DE\_3602653A1\_1\_&gt;

(19) FEDERAL REPUBLIC  
OF GERMANY



GERMAN  
PATENT OFFICE

(12) Unexamined German Patent

(10) DE 36 02 653 A1

(21) Application No.: P 36 02 653.0

(22) Filing Date: January 29, 1986

(43) Disclosure Date: July 30, 1987

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>:

G 02 F 1/19

G 07 F 1/21

G 02 B 6/26

G 02 B 6/12

(71) Applicant:

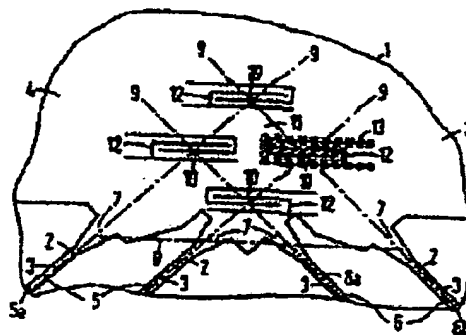
Siemens AG, 1000 Berlin and 8000  
Munich, Germany

(72) Inventors:

Henning Bülow, 1000 Berlin, Germany

#### (54) Planar Optical Coupling Field

(57) Strip waveguides are connected at one end to an optically conducting coplanar layer and arranged so that the axes of the optical waveguides intersect in the area of the layer. With the help of interdigital electrode configurations provided in the intersection areas, reflection gratings or transmission gratings are generated in the layer and then deflect optical signals input into the layer from an optical waveguide in the direction of the mouth area of the other optical waveguide. In the off-load state of the electrode, however, the optical signals emitted by a strip conductor into the layer die out in the layer. In this way, clear-cut coupling ratios between two strip conductors can be established in an advantageous manner.



### Patent Claims

1. A planar optical coupling field having strip-type optical waveguides, whereby at least two optical waveguides running in a plane are arranged at a certain angle to one another and in the area of the point of intersection of the axes of the two optical waveguides a zone covered by an electrode configuration is provided, **characterized in that** the strip-type optical waveguides (3) are each connected at one end to an optically conducting electro-optically activatable layer (4) that is coplanar with the optical waveguides (3) such that each mouth of the optical waveguides (3) into the layer (4) is situated outside of the target direction of the axis (9) of a strip-type optical waveguide (3).
2. The coupling field according to Claim 1, **characterized in that** two groups of strip-type optical waveguides (5, 6) arranged so they are mutually parallel are provided.
3. Coupling field according to Claim 1 or 2, **characterized by** the use of an interdigital electrode system having the electrode fingers spaced unequal distances apart and/or having curved electrode fingers as the electrode configuration.
4. Coupling field according to one of the preceding claims, **characterized in that** spot widening elements (7) are provided in the mouth areas of the strip-type optical waveguides (3).
5. Coupling field according to one of the preceding claims, **characterized in that** the light paths running in the layer (4) from a strip-type optical waveguide (3) to an axis intercept (10) and from the latter to another optical waveguide (3) are each designed to be of the same length.
6. The coupling field according to one of the preceding claims, **characterized in that** the electrode fingers of the individual electrode configurations are each separated from the layer (4) by one or more dielectric intermediate layer (13), thus resulting in an effective increase in the strength of the gratings induced in the layer (4) in addition to a reduction in the damping effect of the electrodes on the layer (4) without any change in the electrode voltage.
7. Coupling field according to one of the preceding claims, **characterized by** the use of an  $\text{LiNbO}_3$  layer for generating the coupling field with the C crystal axis almost perpendicular to the plane of light travel and characterized by the use of reflection gratings induced electro-optically in the optically active layer.
8. Coupling field according to one of Claims 1 through 6, **characterized by** the use of an  $\text{LiNbO}_3$  layer for generating the coupling field with the C crystal axis being almost parallel to the plane of travel of the light signals and characterized by the use of transmission gratings induced electro-optically into the optically active layer.

### Description

This invention relates to a planar optical coupling field having optical waveguides in strips

whereby at least two optical wave guides running in a plane are arranged at a certain angle in relation to one another and a zone covered by an electrode configuration is provided in the area of the point of intersection of the axes of the two optical waveguides.

Such a coupling field, which is known in particular as a single-mode optical strip-type waveguide intersection, is disclosed in Unexamined German Patent DE-OS 33 22 508, and is also known from the article "Optical Channel Waveguide Switch And Coupler Using Total Internal Reflection" which appeared in the *IEEE Journal of Quantum Electronics*, vol. QE-14, no. 7, July 1978, pages 513-516, in particular Figure 1. When the electrode configuration in that design is off-load, a portion of the light output supplied to the intersection over a strip waveguide nevertheless enters the strip waveguide of the configuration which branches off at an obtuse angle, i.e., in the absence of electrode voltage, no definite switch state can be implemented readily.

The object of the present invention is therefore to design a coupling field of the type defined in the preamble such that a defined optical switch state can be achieved even when there is no electrode voltage, i.e., no optical energy is input in an unwanted manner into a waveguide branching off.

According to this invention, this object is achieved by the fact that the waveguide strips are each connected at one end to an optically conducting electro-optically activatable coplanar layer leading to the optical waveguides such that all the mouths of the optical waveguides into the layer are outside of the target direction of the axes of the individual optical waveguides.

In a no load state of the electrode configuration, the incoming light output is therefore input only into the waveguide layer without reaching the mouth of a strip waveguide branching off, thus yielding an optical switch without using any mechanically moving parts such that defined relationships prevail in both on and off states.

In another embodiment of this invention, two groups of waveguide strips are provided in a parallel arrangement.

In this way, the light output entering the optically conducting layer and arriving via a strip waveguide in this way passes through two zones in succession, for example, and diffraction gratings can be induced in these zones by electro-optical means, namely with the help of electrode configurations, so that the light output that is input into the layer via an incoming strip waveguide can be deflected optionally into a first or a second strip waveguide branching off, depending on which electrode configuration is under voltage. In this way, for example, a transmission device may optionally be connected to a first receiver or a second receiver in an advantageous manner.

Furthermore, within the scope of this invention, an interdigital electrode system having electrode fingers spaced unequal distances apart and/or having curved electrode fingers may be used as the electrode configuration according to this invention and/or spot-widening elements may be provided in the mouth areas of the strip waveguides.

This permits a further improvement in the optical relationships of the coupling field.

In addition, within the scope of the present invention, the light paths running from a strip waveguide to an axis intercept and from the latter to another waveguide in the layer may be designed to be of the same lengths.

In this way the coupling efficiency between the incoming and outgoing strip waveguides may be designed to be even more advantageous.

In another design according to this invention, the electrode fingers of the individual electrode configurations are separated by one or more dielectric layer such that an effective increase in the strength of the gratings induced in the layer is achieved even while the electrode voltage remains the same in addition to reducing the damping influence of the electrodes on the layer.

Finally, the use of an  $\text{LiNbO}_3$  layer to create the coupling field with the C crystal axis provided almost perpendicular to the plane of the path of light and the use of reflection gratings induced electro-optically in the optically active layer may be provided or an  $\text{LiNbO}_3$  may be used to create the coupling field, with the C crystal axis aligned almost parallel to the plane of the path of the light signals, and transmission gratings electro-optically induced in the optically active layer may be provided.

An exemplary embodiment of this invention is described in greater detail below on the basis of the figure.

The figure shows a schematic diagram and on an enlarged scale a view from above of the cutout of a planar substrate 1. The substrate 1 is for example a layer consisting of lithium niobate in which zones 2 having an increased refractive index are formed by diffusion of titanium into those zones, forming strip waveguides 3 and an optically conducting layer 4 which extends above a larger area.

In the exemplary embodiment illustrated here, two strip waveguides 5 form one group and two other strip waveguides 6 form another group.

With both groups, the waveguides run parallel to one another and furthermore the distance of the waveguides 5 of one group from one another is equal to the distance of the waveguides 6 of the other group.

The waveguides 5 on the one hand and 6 on the other hand run at a certain angle to one another and open at one end into the light conducting layer 4, with transition zones 7 which widen in a funnel shape being provided in the mouth areas of the waveguides 5, 6.

The transition zones 7 of the waveguides 5, 6 are all situated on a straight line 8; in addition, the waveguides 5 of one group are separated from the waveguides 6 of the other group and are combined individually so that the axes 9 of the waveguides 5, 6 which are lengthened into the



layer 4 intersect in the area of the layer 4, and the points of intersection 10 preferably form the corners of a rhombus 11.

An interdigital electrode configuration 12 manufactured, e.g., by vapor deposition of electrode material on the substrate 1, is situated above each intersection point 10.

By applying a voltage to such an electrode configuration 12, a refractive index grating is induced electro-optically in the layer 4, deflecting the light output that is input, e.g., by an optical waveguide 5 into the layer 4 in the direction of an intersection point 10, to the transition zone 7 of a waveguide of an optical waveguide 6.

For example, light output input by the optical waveguide 5a into the layer 4 may optionally be deflected either into the optical waveguide 6a or into the optical waveguide 6b, depending on which electrode configuration is receiving voltage. By using identically designed transition zones 7, a 1:1 image of the optical fields and thus a high coupling efficiency can be achieved between the optical waveguides 5, 6 if the light paths between a transition zone 7 and an intersection point 10 are designed to be of the same length.

Planar lenses, Fresnell lenses, chirped lenses induced electro-optically by electrode structures in the mouth area of the strip-type optical waveguide 3 or generated by dielectric layer sequences or even geodetic lenses may also be provided instead of the transition zone 7, which widens in a funnel shape as indicated in the figure.

All of these means serve to optimally illuminate the electro-optically induced diffraction grating in the layer 4 and/or to optimally feed this light output deflected by these diffraction gratings back into an outgoing optical waveguide.

The gratings induced in layer 4 may be transmission gratings as well as reflection gratings, in particular homogeneous gratings with straight parallel grating lines which are spaced equal distances apart. However, so-called chirped gratings may also be provided with straight parallel grating lines, but they may also be different distances apart or curved gratings with curved grating lines spaced variable distances apart may also be used.

A coupling field based on lithium niobate of dimensions for a wavelength of  $13\ \mu$  has a diffraction angle  $\theta$  of approx.  $3.3^\circ$  at a  $5\ \mu$  spacing of the electrode fingers. With a voltage difference of 20 V in an electrode configuration, each grating and each transition zone widened in a funnel shape can be made approximately 5 mm long.

Each interdigital electrode configuration may either be applied directly to the substrate 1 or separated from the lithium niobate by one or more dielectric intermediate layer 13, so that the damping influence of the electrode configuration on the layer 4 and/or the effective thickness of the gratings induced in the layer 4 is increased despite the fact that there is no change in the electrode voltage due to a resulting concentration of the optical field below the electrodes.

3602653

Number: 36 02 653

Int. Cl.<sup>4</sup>: G02 F 1/19

Filing Date: January 29, 1986

Disclosure Date: July 30, 1987

1/1

86 P 8003 DE

